



Podzemní voda

Autoři: Tuvshinsaikhan Bayaraa (6.B), Nikola Berezovská (6.B), Veronika Blažková (9. tř.), Aneta Borešová (6.B), Josef Debnár (7.B), Sára Halamová (6.B), Eliška Hloušková (9.A), Denisa Kavková (7.B), Tomáš Klepl (6.B), Kateřina Plačková (6.ř.), Natálie Poršová (7. tř.), Kateřina Stedilová (7.B), Anu-ujin Sugardorj (6.B), Jakub Sysel (6.B), Nikola Váňová (6.ř)

Autor kresby: Kateřina Stedilová

Základní škola, Česká Lípa, Školní 2520, příspěvková organizace
16.1. 2015 v České Lípě

Obsah

1. Úvod a cíle projektu	3
2. Geologická a hydrogeologická stavba Českolipska.....	4
2.1. Geologická stavba Českolipska	4
2.2. Hydrogeologická stavba Českolipska.....	5
2.3. Těžba uranu na Českolipsku	7
3. Prameny a studánky	9
3.1. Podzemní vody	9
3.2. Prameny a studánky Českolipska	9
3.2.1. Zdislavina studánka	10
3.2.2. Pramen Tří svatých	10
3.2.3. Jakubův pramen	10
3.2.4. Dívčí pramen.....	10
3.2.5. Sirný pramen	11
4. Vlastnosti vody – pokusy	13
4.1. Měření kyselosti a zásaditosti roztoků	13
4.2. Měkká a tvrdá voda	13
4.3. Čištění vody pomocí štěrku	14
4.4. Filtrování vody přes písek.....	15
4.5. Vzlínání vody.....	15
4.6. Vsakování - infiltrace	15
5. Závěr	17
6. Použitá literatura.....	18
7. Přílohy.....	19

1. Úvod a cíle projektu

Cílem tohoto miniprojektu je prozkoumat pojem podzemní vody. Co všechno se zatím skrývá? Co do podzemní vody patří? A jak ovlivňuje naše „nadzemí“? S těmito s mnoha dalšími otázkami jsme začali pátrat po odpovědích.

Začali jsme v našem nejbližším okolí, kde můžeme podzemní vodu najít, to jsou studánky a prameny. Dále jsme se zjišťovali pomocí pokusů vlastnosti vody (tvrdost, kyselost,...) a vliv těžby nerostných surovin. Také jsme vyhledávali různé výtisky z novin (ohledně podzemních vod v našem okrese).

Podle výběru jsme si pečlivě rozdělili práci a psali si poznámky, které jsme převedli do našeho miniprojektu, prohlíželi a četli jsme odborné knížky. Nakonec následovala beseda s geologem, kde jsme se dozvěděli užitečné informace o hydrogeologii.

2. Geologická a hydrogeologická stavba Českolipska

2.1. Geologická stavba Českolipska

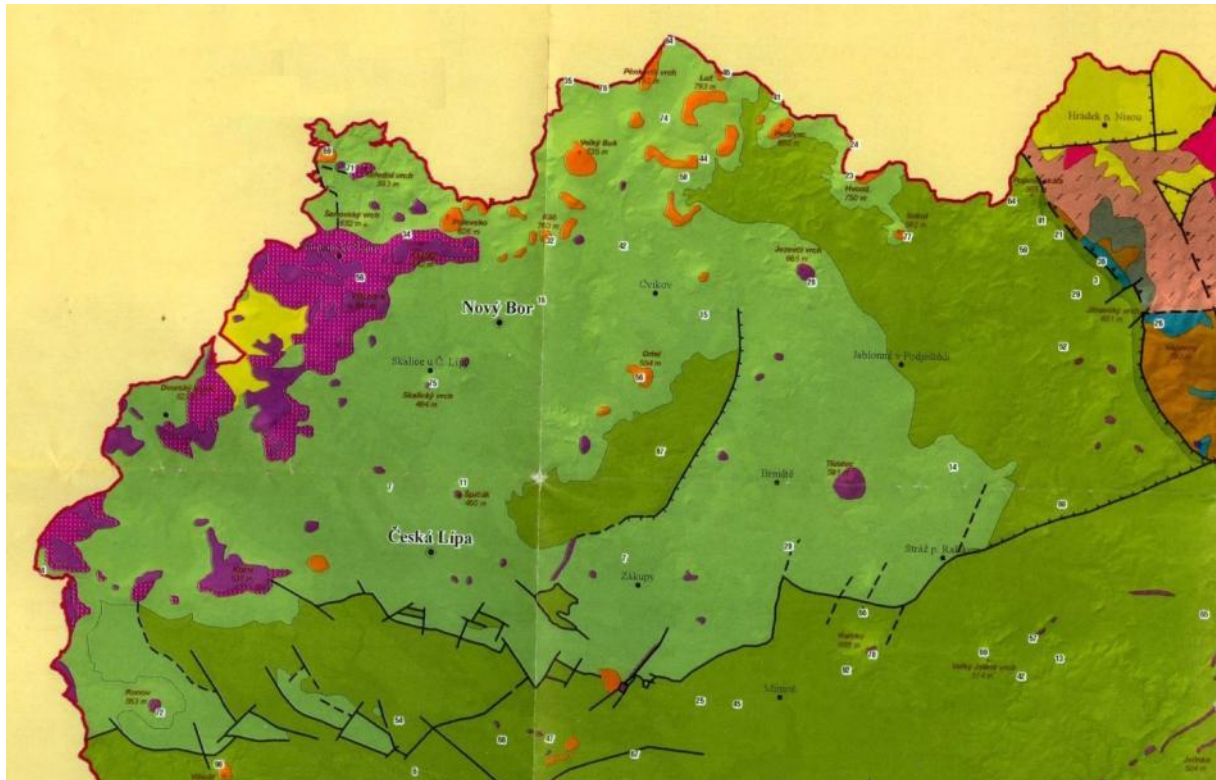
Českolipsko patří do Libereckého kraje, a proto ho geologicky řadíme k západosudetské (lužické) oblasti. Západní hranici tvoří labské zlomové pásmo a k východu sahá až po staroměstské pásmo v Hrubém Jeseníku.

Území tedy tvoří severní část Českého masivu. Dělí se do několika samostatných nižších geologických jednotek: krkonošsko-jizerské krystalinikum, lužický granitový masiv, z pokryvných útvarů pak kontinentální permokarbon, lužická a jizerská facie české křídly, třetihorní vulkanity a čtvrtohorní sedimenty ledovcového původu.

Pro naše území je velmi důležité období druhohor, které je členěno na tři období: trias, jura a křída. Jelikož jsou pro naši oblast důležité vodní kolektory (cenomanský a turonský) zajímá nás především období křídly.

Na Českolipsku, na západ od Ještědského hřbetu, zaujímají největší plochu usazeniny (sedimenty) svrchní křídly, které náleží k severní části české křídlové pánve. Jejich podloží se skládá z různých typů žul, rul a svorů, které patří k horninám ještědského krystalinika a v jihovýchodní části také z vyvřelin a usazených hornin permu. V důsledku pohybu v oblasti Českého masivu proniklo při alpínském vrásnění do klesající části masivu od severu mělké moře, do jehož vod byly přinášeny zvětralin, které se usazovaly. Na Českolipsku převládají usazeniny pískové až štěrkové. Směrem k jihovýchodu jsou však tyto zvětralin a usazeniny postupně nahrazovány jemnozrnnějšími usazeninami, ve kterých přibývá vápnitá složka. V cenomanském souvrství v okolí Hamru, Stráže pod Ralskem, Mimoně a jinde byly zjištěny zvýšené koncentrace uranu.

Po peruťko - koricanských vrstvách docházelo v turonu k usazování jemnějších sedimentů bělohorských vrstev s vyšším obsahem jílových složek, písčitých slínů. Po nich následovali jizerské vrstvy skládající se hlavně z tzv. kvádrových křemenných pískovců. Tyto pískovce zaujímají část východních Lužických hor, jižní Podještědí a okolo Cvikova. Nacházejí se v nich také významná ložiska sklářských a slévárenských písků.



Měřítko 1:200 000

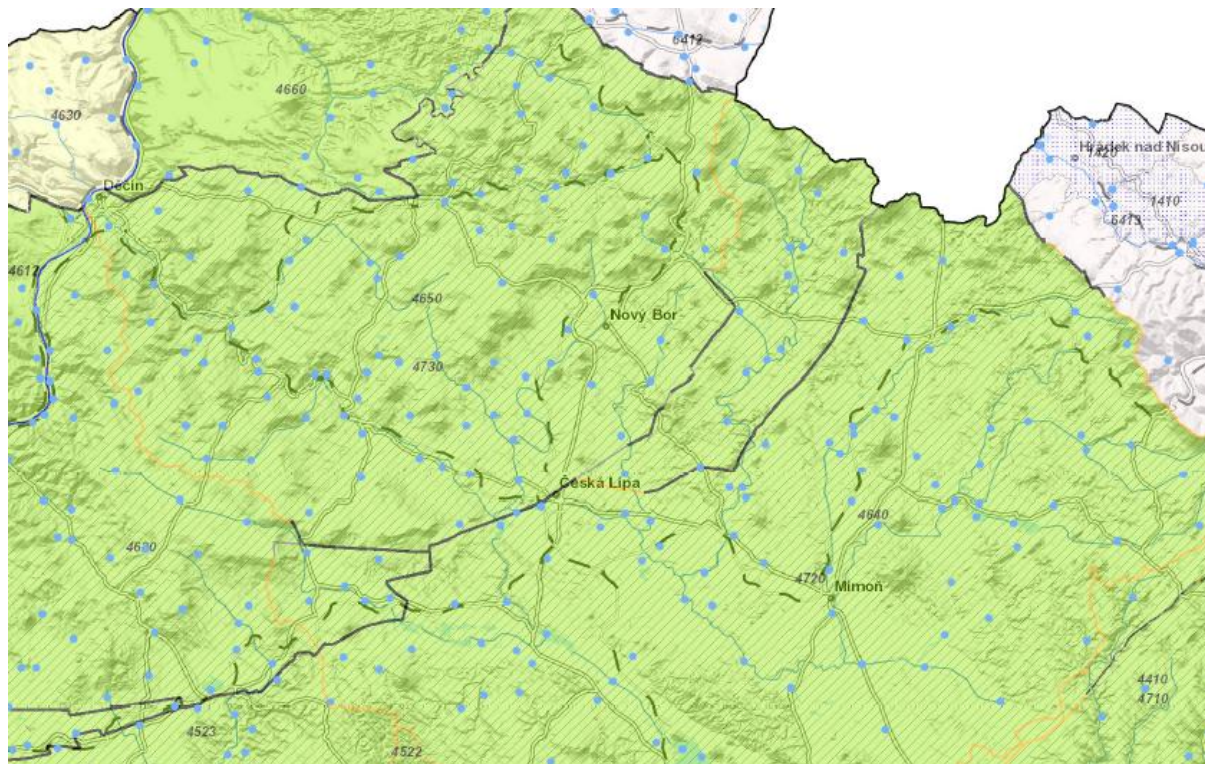


2.2. Hydrogeologická stavba Českolipska

Jelikož pískovce jizerského souvrství obsahují jen málo tmelu, proto mají velký podíl otevřených pórů. Mohou tedy vázat velké zásoby podzemních vod. Oblast severočeské křídly byla proto vyhlášena za chráněnou oblast akumulace podzemních vod.

Zdroje podzemních vod se v oblasti Českolipska nacházejí ve dvou geologických vrstvách, odborně zvaných kolektory. Tyto kolektory se nazývají cenomanský kolektor a turonský kolektor. Cenomanský kolektor je méně významný a je překryt vrstvou méně propustných hornin. Uranové rudy se vyskytují ve formě vrstev nebo čoček v horizontu

druhohorních kontinentálních i mořských sedimentů cenomanského stáří. Spodní cenomanská vrstva tedy obsahuje loužící roztoky a vytváří tak napětí na turonský kolektor. Ten je zdrojem pitné vody pro celou oblast Českolipska. Obě vrstvy odděluje přechodná zóna nepropustných jílovitých prachovců o tloušťce pouhé 4 m.



Měřítko 1: 200 000

Povrchové vody

Povrchové vody

- místo odběru

Hydrogeologické rajony

V svrchní vrstvě



Typ hranice - bazální

- hranice geologické jednotky
- ostatní
- tektonická linie
- linie toku
- rozvodnice
- - hranice ČR

Ve vrstvě bazálního křídového kolektoru



Typ hranice - základní

- hranice geologické jednotky
- tektonická linie
- linie toku
- rozvodnice
- - hranice ČR
- ostatní

V základní vrstvě

- v horninách krystalinika, proterozoika a paleozoik
- v sedimentech svrchní křídý
- v terciálních a křídových pánevních sedimentech

2.3. Těžba uranu na Českolipsku

Jelikož jsme v oblasti Českolipska, která je poměrně známá těžbou uranu, rozhodli jsme se poukázat na důsledky těžby ovlivňující podzemní vody.

Území České republiky je na uran bohaté, proto se tu od roku 1840 vytěžilo kolem stovky tisíc tun této radioaktivní suroviny. Těžba na Českolipsku začala v roce 1967 a pokračovala do roku 1996.

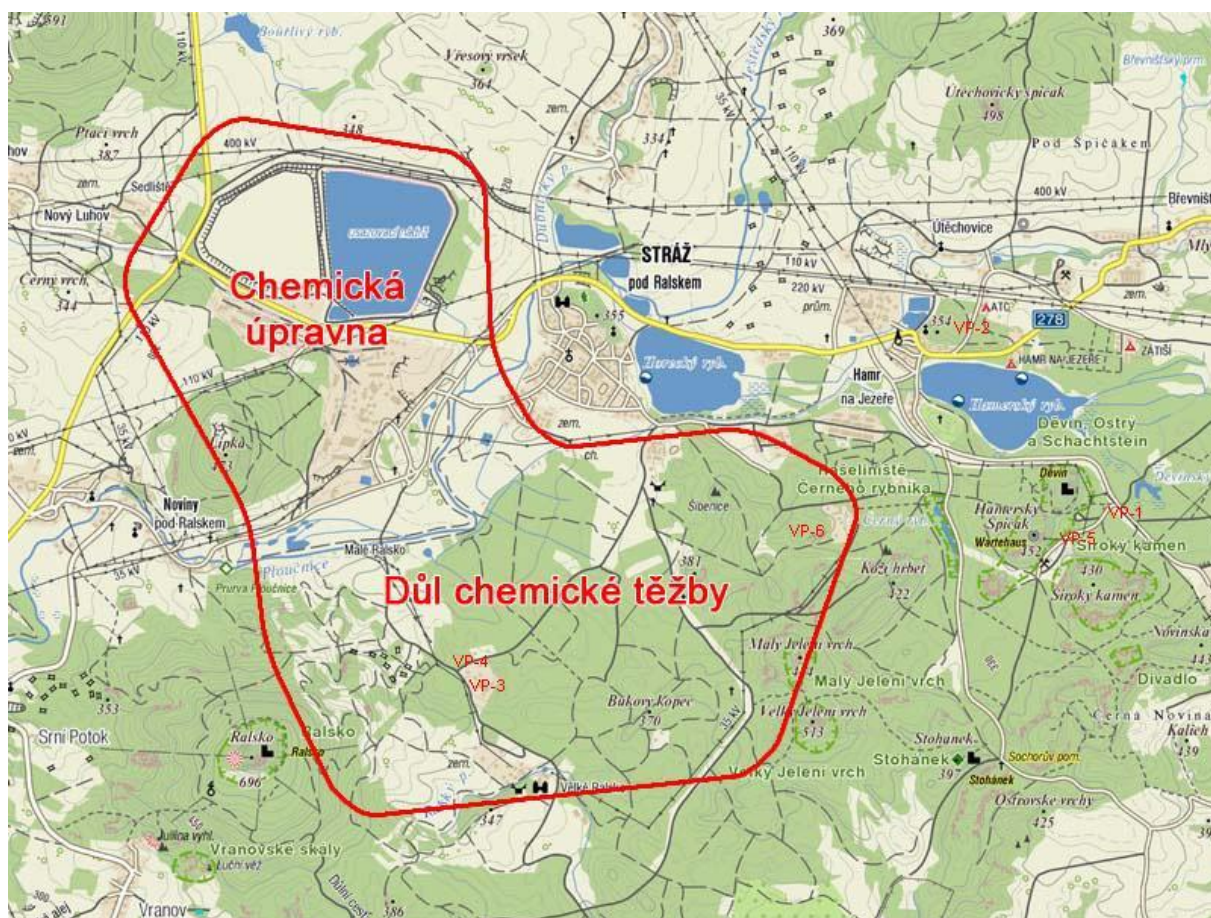
Na začátku šedesátých let minulého století byl v tehdejší ČSSR proveden pokus o zjištění surovinové základny železných rud. Značná magnetická anomálie byla zjištěna metodou letecké magnetometrie přibližně východozápadního směru v oblasti Hamru na Jezeře. V centru anomálie byl proveden vrt, v němž byly v nejspodnějších zastižených horninách křídly, v cenomanských pískovcích, zjištěny zvýšené koncentrace uranu. Podobnou uranovou mineralizaci v křídových sedimentech zjistil také vrt Dolní Heřmánky. Na základě studie, kterou vypracovali pracovníci Uranového průmyslu a sovětsí experti, vedly tyto nálezy k rozsáhlé průzkumné akci v široké lužické oblasti české křídové pánve.

Uranová ruda je zde vázána na pískovce a jílovce perucko-korycanského souvrství cenomanu, které jsou vyvinuté ve sníženinách předkřídového reliéfu a vyznačují se zvýšenými obsahy pyritu a zuhelnatělé organické hmoty. Plošně je toto uranové zrudnění lokalizováno převážně v tzv. styžském bloku, omezeném na severovýchodě lužickou poruchou, na severozápadě Stránským lomem a na jihovýchodě Čertovou zdí, na jih zasahuje přibližně k Mimoni. V některých místech zasahuje zvýšená koncentrace uranu i do zvětralých podložních hornin. Uranové minerály jsou převážně uloženy v tmelu pískovců. Hlavními nositeli uranu jsou velmi jemnozrné koncentrace uranitu, ningyoitu (fosforečnan uranu a vápníku), hydrozirkonu (vodnatý amorfní křemičitan zirkonia), doprovázené celou řadou vzácných a jinak málo známých minerálů. Původní zdroj a podrobnosti vzniku těchto uranových koncentrací zůstávají předmětem sporů.

Uran se zde nachází v hloubkách až 350m. Zdaleka nejvýznamnější problémy s sebou přinesla těžba tzv. chemickým loužením, založeným na rozpouštění podzemního ložiska rudy roztokem kyseliny sírové. Proto se během více než dvou desetiletí dostalo do podzemí přes 4 miliony tun vitriolu a dalších chemikálií, například čpavku. Objem kontaminovaných podzemních vod činí neuvěřitelných 260 milionů kubíků, na ploše zhruba 28 čtverečních kilometrů. Toto znečištění ohrožuje jeden z nejdůležitějších pitných zdrojů u nás. Program skoncování s českým uranovým průmyslem vláda schválila v prosinci 1991. Byla zastavena chemická těžba a zhruba za 1,7 miliardy korun vybudována zařízení, která čistí kontaminované podzemní vody od chemikálií i rozpuštěného uranu. Krátce nato začalo také uzavírání klasických hlubinných dolů.

Očekává se, že očištění vod (tzv. sanace), které začalo již ve zmíněném roce 1996, bude pokračovat zhruba do roku 2030 a přijde přibližně na 60 miliard korun.

Mapa chemické těžby v oblasti Stráž pod Ralskem (Českolipsko):



3. Prameny a studánky

3.1. Podzemní vody

Beseda s geologem z českolipského muzea

Pracovník muzea nám vysvětlil základní pojmy, které jsme si vypsali:

Kolektor- propustná vrstva

Infiltrace- vsakování vody do propustných vrstev

Zvodeň- celý kolektor nebo jeho část může obsahovat souvislé těleso podzemní vody

Izolátor- nepropustná vrstva

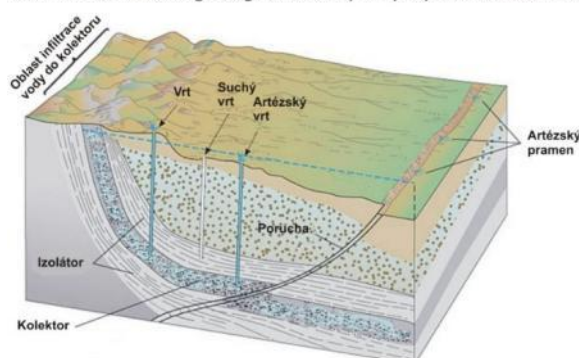
Minerální voda - v 1kg vody je rozpuštěno nejméně 1g minerálních látek

Byli jsme seznámeni se vznikem krápníkových jeskyní a viděli jsme kamennou růži.

3.2. Prameny a studánky Českolipska

Pramen je soustředěný přirozený vývěr podzemní vody. Vody navrtané nebo jímané studněmi by se neměly nazývat prameny. Podzemní vody, kterým jsme dříve říkali vody spodní, zásobují prameny vodou. Podzemní voda se hromadí v různých hloubkách v podzemí, v pórovitých a rozpukaných horninách nad nepropustnými vrstvami. Výzkumem podzemních vod, pramenů a úkazů, které vytvořily, se zabývá hydrogeologie. Jejich zdrojem jsou sněhové i dešťové srážky. Jsou i prameny, které prýští ze země pod tlakem, což způsobí vodní páry nebo přítomnost CO₂ (oxidu uhličitého). Název těchto pramenů je artézský.

Obr. 10.1.1 Příklad geologické stavby s výskytem kolektoru a izolátoru



3.2.1. Zdislavina studánka

V našem okrese se můžeme chlubit spoustou pramenů i studánek. Nejproslulejší je Zdislavina studánka v údolí Panenského potoka pod hradem Lemberk. Vodu z této studánky používala k léčení již ve 13. století Zdislava z Lemberka.

V Dalimilově kronice se o ní píše: „Pět mrtvých boží mocí vzkřísila, mnoha slepým zrak vrátila, chromých a malomocných mnoho uzdravila a nad jinými ubohými veliké divy činila.“

V roce 1995 byl proveden chemický rozbor. Bylo zjištěno, že voda může být používána jako pitná. Obsahuje ale také v nízké koncentraci borax, který má antibakteriální účinky. Proto mohla paní Zdislava opravdu lidem pomoci, když vodou vymývala rány.

U Zákup v údolí Kamenického potoka, kde se vlévá do říčky Svitávka, je několik pramenů, o kterých se vypráví různé pověsti a které jsou oblíbeným zdrojem vody. Řada z nich získala svá pojmenování již před mnoha lety. Nejznámější jsou pramen Tří svatých, Dívčí pramen a Svatojakubský pramen. Kolem studánek vede naučná stezka. Na tabulích na naučné stezce jsou popsány pověsti, které se k pramenům vztahují.

3.2.2. Pramen Tří svatých

Pramen obklopují zbytky trojsoší - Antonín Paduánský, František z Assisi, Jan Nepomucký. Už v roce 1709 se k údajně léčivému prameni konala procesí. Při nedávné opravě se odhalilo dřevěné potrubí, které svádělo vodu do zákupského kapucínského kláštera.

Upravené údolí této části naučné stezky využila v červenci 2012 Česká televize pro natáčení třetího dílu svého seriálu o pramenech a rozhlednách, který byl vysílán na ČT 2.

3.2.3. Jakubův pramen

Za pramenem Tří svatých proti proudu Svitávky je menší studánka pojmenovaná po místním rodákovi Jacobu Kleinovi, ševci, který tato prameniště objevil. Podle památníku u studánky zemřel v chudobě 5. 3. 1867. Pramen je zakryt deskou, podle zbarvení odtoku obsahuje voda stopy železa. Je zde řada sakrálních památek a památník padlých německých občanů z 1. svět. války (Deutsch Kamnitz).

3.2.4. Dívčí pramen

Pramen se železitou vodou, na podstavci letopočet 1887.

Další tři studánky najdeme v prostoru mezi Cvikovem a Rousínovem, o které se zde zcela neformálně stará několik občanů

Město Česká Lípa se sice chlubí kašnami a pítky, ale jediná funkční studánka je na kraji přírodní rezervace Peklo. Přitom ještě v nedávné době existovala pěkná studánka se stříškou v městském parku. Při stavbě blízkého sídliště ale došlo k poškození pramenů, Dnes je na onom místě jen betonový panel.



3.2.5. Sirný pramen



Sirný pramen je speciální druh pramene. Vystupují z něj sirné plyny. Nejvíce bývá zastoupen sirovodík, který je známý svým charakteristickým zápachem, nejčastěji připomíná zkažená vejce či jiné bioplyny. Odtud pochází pojmenování takovýchto pramenů, jako jsou vajcůvka, smraďavka nebo prdlavka.

Na Českolipsku necelých 10 km od Svoru se nachází mělká tůň o průměru asi 2 m s vydatným zdrojem vody známá jako „Sirný pramen“. Tento pramen rozpouští železo z okolních pískovců. Zvýšenému obsahu železa ve vodě také odpovídá nepříjemně

„kovová“ chuť vody. Ve vodě jsou sírově žluté, žlutohnědé až rezavé chuchvalce. Lidé dlouho mysleli, že jsou tvořené sírou. Teprve v roce 1907 zjistil profesor Hans Molisch z německé univerzity v Praze, že příčinou zvláštního zbarvení jsou vláknité bakterie *Leptothrix ochracea*, které získávají energii oxidací ve vodě rozpuštěného železa.

4. Vlastnosti vody – pokusy

4.1. Měření kyselosti a zásaditosti roztoků

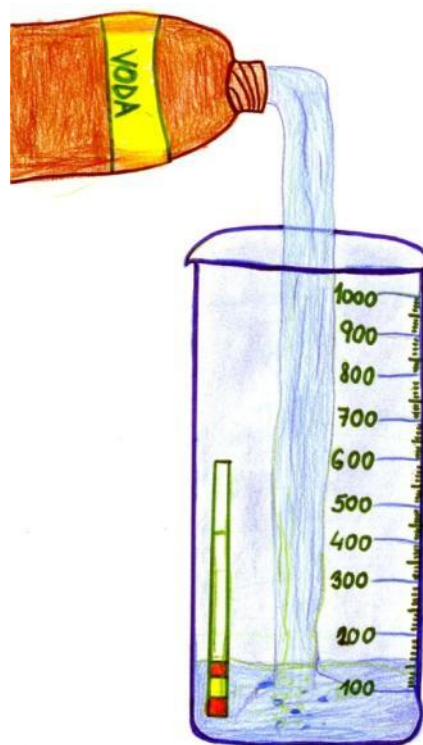
Kyselost a zásaditost roztoků závisí na koncentraci vodíkových a hydroxidových iontů v roztoku.

Kyselost a zásaditost roztoků můžeme zjistit pomocí indikátorů pH. Červená barva dokazuje kyselost a zelená až modrá dokazuje zásaditost. K přesnějšímu určení byla zavedena stupnice od 0 do 14. Čím je hodnota pH menší, tím je roztok kyselejší a čím je větší, tím je roztok zásaditější.

Pokus:

Pomůcky: 5 misek, 3 kádinky, špachtle, kapátko, odměrka, indikační škála pH, 5 indikačních papírků pH, ocet, tekuté mýdlo, voda

Postup: Do první kádinky jsme napustili 100 ml vody z vodovodu. Do ní jsme ponořili na 2 minuty indikační papírek a změřili pH. Poté jsme kapátkem přidali 0,5 ml octa. Opět jsme do ní vložili indikační papírek na 2 minuty. Po vyndání jsme ho porovnali s barvami na indikační škále. Do kádinky se 100 ml vody a 0,5 ml octa jsme kapátkem přidali ještě 1 ml octa a změřili pH. Do druhé kádinky jsme nalili 20 ml tekutého mýdla a zjistili pH. Do třetí kádinky jsme nalili 100 ml destilované vody. Opět jsme do ní vložili indikační papírek na 2 minuty. Po vyndání jsme ho porovnali s barvami na indikační škále.



Závěr:

- voda z vodovodu: pH 7,5 = neutrální
- voda z vodovodu s 0,5ml octa: pH 3,0 = kyselá
- voda z vodovodu s 1,5ml octa: pH 2,5 = kyselá
- tekuté mýdlo: pH 8,5 = zásaditá
- destilovaná voda: pH 4,5 = slabě kyselá

4.2. Měkká a tvrdá voda

Ve vodě jsou rozpuštěny minerální látky. Nejčastěji vápník a hořčík.

Množství minerálních látek určujeme pomocí indikátorů tvrdosti. Zelená barva znamená měkkou vodu, červená tvrdou. K přesnějšímu určení je zavedeno několik stupnice, my jsme použili stupně df od 2 do 45. Čím je hodnota menší, tím je voda měkčí, a čím je větší, tím je tvrdší.

Pokus:

Pomůcky: odměrka, 3 kádinky, 3 misky, 2 kapátka, 3 indikační papírky tvrdosti, destilovaná voda, voda z vodovodu, octan vápenatý a tekuté mýdlo.

Postup:

Nejdříve jsme nalili do dvou ze tří kádinek 60ml destilované vody. Do třetí kádinky jsme si nalili 60 ml vody z vodovodu.

Ponořili jsme na dvě vteřiny indikační papírky tvrdosti do jedné ze dvou kádinek s destilovanou vodou a odložili jsme ho do misky. S novým indikačním papírkem zopakovali jsme pokus s vodou z vodovodu. Počkali jsme minutu a pak jsme porovnali oba indikační papírky tvrdosti s indikační škálou. Pomocí kapátka jsme přidali 1 ml octanu vápenatého do kádinky s destilovanou vodou. Zamíchali špachtlí a naposled změřili s novým indikačním papírkem. Výsledky porovnali.

Pomocí kapátka jsme přidali 0,5ml tekutého mýdla do kádinky s vodou z vodovodu a destilovanou vodou. Pořádně zamíchali čistou špachtlí. Tímto pokusem jsme zjistili, že destilovaná voda s mýdlem pění více než voda z vodovodu.

Závěr:

destilovaná voda s octanem vápenatým $df = 18^\circ$ středně tvrdá voda

voda z vodovodu $df = 9^\circ$ měkká

destilovaná voda $df = 2^\circ$ velmi měkká voda

4.3. Čištění vody pomocí štěrku

Pomůcky: štěrk, nálevka, odměrný válec, odměrka, potravinářské barvivo, špachtle, hlína, voda

Postup:

Na odměrný válec jsme dali nálevku a do nálevky přisypali štěrk. Z odměrky jsme přelili přes štěrk směs z 1 lžice hlíny, jedné kapky potravinářského barviva a 150 ml vody, kterou jsme promíchali špachtlí.

Závěr:

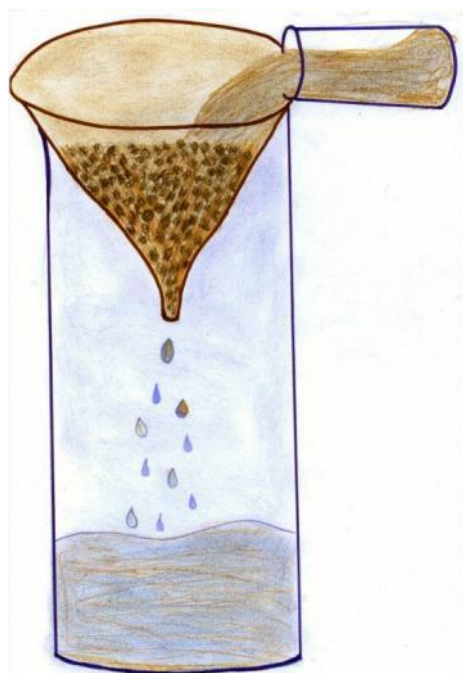
Štěrk větší nečistoty zadržel, ale menší zůstaly ve vodě. Voda zůstala růžově zbarvená.

4.4. Filtrování vody přes písek

Pomůcky: odměrný válec, nálevka, odměrka, špachtle, tyčinka, potravinářské barvivo, hlína, voda, písek, filtrační papír

Postup:

Na odměrný válec jsme položili nálevku. Do té jsme složili filtrační papír. Do něj jsme nasypali písek. Také jsme si připravili znečištěnou vodu. A to tak, že jsme do odměrky napustili 150 ml vody, přidali jsme jednu lžici hlíny, jednu kapku potravinářského barviva a promíchali jsme to špachtlí. Tuto znečištěnou vodu jsme postupně nalili pomocí tyčinky do nálevky s pískem.



Závěr:

Voda se přefiltrovala a zůstala jen světle růžová. Všechny nečistoty zůstaly zachyceny v písku.

4.5. Vztlínání vody

Pomůcky: 2 odměrné válce (250 ml), 2 kusy látky, 2 gumičky, 2 sklenice (500 ml), těžkou a lehkou hlínu

Postup:

Vzali jsme odměrné válce a do jednoho z nich nasypali těžkou a do druhého lehkou hlínu asi 50 ml. Položili na ně kusy látky, které jsme připevnili gumičkou.

Do sklenic jsme nalili do poloviny vodu a ponořili odměrné válce dnem vzhůru.

Začali jsme měřit čas. Pokus jsme ukončili po 15 minutách. Pomocí pravítka jsme změřili výšku vlhké hlíny.

Závěr:

Voda v těžké půdě vztlínala do výšky 3,5cm, u půdy lehké do výšky 0,7cm.

4.6. Vsakování - infiltrace

Pomůcky:

2 odměrné válce (250 ml), kádinku, těžkou a lehkou hlínu

Postup práce:

Vzali jsme lehkou a těžkou hlínu.

Obě hlíny jsme dali do odměrných válců, asi 50 ml.

Poté jsme do válce nalévali vodu a měřili jsme čas infiltrace.

Závěr:

U těžké hlíny se voda vsakovala 14 minut a 29 vteřin, u lehké hlíny 2 minuty a 43 vteřin.

5. Závěr

V tomto miniprojektu jsme se seznámili s podzemní vodou. To, co jsme při celém projektu zjistili, nás překvapilo, protože jsme si nikdy předtím neuvědomili, jak pro nás je podzemní voda důležitá.

Abychom zjistili, kde se podzemní voda v našem okolí nachází, začali jsme zkoumáním geologické stavby a hydrogeologie, se kterou nám pomohl pan geolog.

Zjistili jsme, že se u nás vyskytují důležitá naleziště podzemní vody, a proto jsme začali zjišťovat informace o těžbě uranu, která jak víme, může být pro celou přírodu nebezpečná. Ke štěstí jsme vypátrali, že se provádí čištění kontaminované podzemní vody, které, ale kvůli velikému rozsahu škody, bude trvat až do roku 2037.

Dále jsme se seznámili se studánkami v našem okolí. O mnohých z nich se vypráví legendy, které jsou spojeny s jejich léčivými účinky. Také se na našem území nachází jeden „sirný“ pramen.

V průběhu našeho zkoumání jsme dělali pokusy, které zjišťovaly různé vlastnosti vody.

Při měření kyselosti a zásaditosti jsme si ověřili, že roztoky mohou mít různé pH.

Při měření tvrdosti vody, jsme si ověřili, že po přidání octanu vápenatého se stala destilovaná voda tvrdší. Účinek čisticích prostředků je v tvrdé vodě menší, protože reagují s rozpuštěnými minerály. V teplé vodě se sraženina – vodní kámen - vytváří lépe. Protože se vodní kámen vytváří více při teplotách nad 60°C, doporučují výrobci používat při praní prádla nižší teplotu. Vápenatá voda zanechává usazeniny minerálů v potrubích a v hrncích.

Při čištění a filtrování vody jsme si ověřili, že štěrk dokáže odstranit z vody jen větší nečistoty. Při filtrování přes písek a filtrační papír byla voda úplně zbavená od nečistot, ale růžové zabarvení jí zůstalo.

Při měření vzlínivosti vody jsme si ověřili, že voda vzlíná lépe v případě, je-li hlína tvořena jemnými částicemi (jíl) – těžká hlína, než na hrubých částicích (písek) – lehká hlína.

Při měření infiltrace vody, byla infiltrace rychlejší díky pórům (propustnější hlína = lehčí hlína), které proces urychlily.

Podzemní voda bylo moc zajímavé téma, i protože jsme si uvědomili, že nemáme ani ponětí, kdy chodíme nad nějakým velkým podzemním jezerem.

6. Použitá literatura

Prispěvatelé Wikipedie, *Naučná stezka Zákupy* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2014, Datum poslední revize 8.09.2014, 18:54 UTC, [citováno 16.01.2015]

<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Nau%C4%8Dn%C3%A1_stezka_Z%C3%A1kupy&oldid=11825962>

CESKOLIPSKOINFO.CZ. Pramen Tří Svatých. MLADÍ OCHRÁNCI PŘÍRODY. *Registr pramenů a studánek* [online]. [cit. 2015-01-5]. Dostupné z:<http://www.estudanky.eu/studanka-235-detail>

CESKOLIPSKOINFO.CZ. Pramen Tří Svatých. MLADÍ OCHRÁNCI PŘÍRODY. *Registr pramenů a studánek* [online]. [cit. 2015-01-5]. Dostupné z:<http://www.estudanky.eu/900-jakubuv-pramen>

Jakobův pramen a naučná stezka. *Bohmisch Leipa: Česká Lípa ze starých pohlednic* [online]. 28.únor 2008 [cit. 2015-01-12]. Dostupné z:http://www.bohmischleipa.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=127:jakob&catid=50:vsemoznosti&Itemid=103

Turistická trasa Lesnická naučná stezka: Českolipsko. SDRUŽENÍ ČESKÝ RÁJ. *Český ráj: nechte se unést* [online]. 1992-2015 [cit. 2015-01-16]. Dostupné z: <http://www.cesky-raj.info/dr-cs/7590-turisticka-trasa-lesnicka-naucna-stezka.html>

KOLEKTIV, Radmila Dytrtová a, Václav PUMPR a Jiří BANÝR. *Pěstitelství: pro 6.-9. ročník základních škol*. 2., upr. vyd. Praha: Fortuna, 2003, 143 s. ISBN 80-716-8857-6.

BENEŠ, Pavel, Václav PUMPR a Jiří BANÝR. *Základy chemie pro 2. stupeň základní školy, nižší ročníky víceletých gymnázií a střední školy*. 1. vyd. Praha: Fortuna, 1993, 143 s. ISBN 80-716-8043-5.

Hydrochemická těžba uranu metodou ISL. *Periodická tabulka: Chemické prvky* [online]. © 2009 - 2014 [cit. 2015-01-9]. Dostupné z:<http://www.prvky.com/hydrochemicka-tezba.html>

URAN - drahá a neekologická surovina!: Těžba v Ralsku. *Greenpeace* [online]. [cit. 2015-01-9]. Dostupné z:<http://old.greenpeace.cz/uran/ralsko.shtml>

Zajímavá místa: Sirný pramen. *Lužické Hory* [online]. 1997-2015 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: <http://www.luzicke-hory.cz/mista/index.php?pg=zmsirpc>

7. Přílohy



Určování pH



Určování tvrdosti



Vzlínání



Beseda s pracovníkem městského muzea



Beseda s pracovníkem městského muzea



Ukázka kamenné růže (aragonit) – beseda s pracovníkem městského muzea